

Priority Applications (No Type Date): DE 1005540 A 19990210

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19905540 A1 13 H02K-001/32

WO 200048291 A2 G H02K-001/32

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU  
MC NL PT SE

Abstract (Basic): DE 19905540 A1

NOVELTY - The electric machine has an external stator and an internal, rotatably mounted rotor with a rotor plate packet (18) and a rotor shaft (4) rotationally securely fixed to the rotor plate packet. The rotor is hollow and a coolant can be passed between the rotor plate packet and the rotor shaft.

USE - Especially a motor for driving a vehicle.

ADVANTAGE - Has improved coolant transport and the machine bearing is protected against damage.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic sectional representation of an electrical machine

rotor plate packet (18)

rotor shaft (4)

pp; 13 DwgNo 1/12

Derwent Class: X11; X21

International Patent Class (Main): H02K-001/32

International Patent Class (Additional): H02K-001/28; H02K-001/30;  
H02K-009/02; H02K-009/06

?s pn=de 8811379

S2 0 PN=DE 8811379

?s an=de 8811379

S3 0 AN=DE 8811379

?s pn=ep 1091468

S4 1 PN=EP 1091468

?t 4/7

4/7/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 199 05 540 A 1

(51) Int. Cl. 7:  
H 02 K 1/32  
H 02 K 9/02

DE 199 05 540 A 1

(21) Aktenzeichen: 199 05 540.8  
(22) Anmeldetag: 10. 2. 1999  
(43) Offenlegungstag: 17. 8. 2000

(71) Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:  
Bachmann, Max, 88339 Bad Waldsee, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

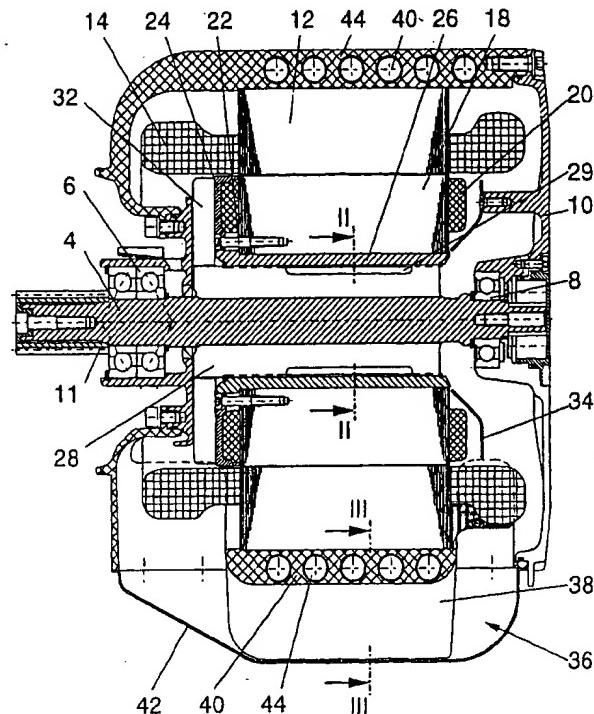
DE-PS 6 47 315  
DE-AS 11 25 535  
DE-AS 11 16 797  
DE 196 48 455 A1  
DE 195 04 531 A1  
DE-OS 21 49 286  
DE-OS 18 03 685  
DE-GM 18 13 190  
DE 696 21 054 T2  
US 42 03 044  
US 26 30 464  
US 24 84 386  
US 24 58 010  
EP 04 84 548 B1  
WO 97 14 207 A1

JP 10042501 A., In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Elektrische Maschine

(57) Es wird eine elektrische Maschine (2) mit einem außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor vorgeschlagen, der ein Rotorblechpaket (18) und eine mit dem Rotorblechpaket (18) drehfest verbundene Rotorwelle (4) aufweist. Der Rotor ist hohl ausgebildet und in dem Bereich zwischen Rotorblechpaket (18) und Rotorwelle (4) kann ein Kühlmedium hindurchgeführt werden.



DE 199 05 540 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine insbesondere als Elektromotor zum Antrieben von Fahrzeugen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Maschinen sind häufig Asynchronmaschinen, die mit einem Stator und einem in dem Stator vorgesehenen Rotor ausgebildet sind. Der Rotor wird als Kurzschlußläufer ausgebildet und besteht vorzugsweise aus elektrisch leitfähigem Aluminium, das in Form eines Druckgusses zum Rotor geformt wird. Das Aluminium wird bei der Herstellung in die vom Blechpaket des Rotors gebildeten Nuten eingegossen und an den Stirnseiten des Rotors werden die Aluminiumstränge aus den jeweiligen Nuten zu einem Ring zusammengeschlossen und damit kurzgeschlossen (Kurzschlußläufig). Die Asynchronmotoren sind vorwiegend hoch ausgenutzte Motoren, deren Wärmeentwicklung eine optimierte Kühlung verlangen.

Eine derartige elektrische Maschine ist beispielsweise aus der EP 0 484 548 B1 bekannt. Die verwendeten elektrischen Maschinen weisen einen innenliegenden Rotor mit Rotorwelle und Rotorblechpaket und einen außenliegenden Stator auf. Die elektrische Maschine ist mit dem Kühlkreislauf des Fahrzeugs verbunden.

Ein besonderes Problem bei der Kühlung derartiger elektrischer Maschinen besteht in der Lagerung der Rotorwelle und in deren Dichtungen. Die von der Rotorwelle auf die Lager übertragenen Temperaturen führen zu Beschädigungen an den Lagern und damit nach kurzer Zeit zum Ausfall der Maschine. Wegen hoher Temperaturen in der Motorwelle entstehen in der Lagerung hohe Differenztemperaturen zwischen Lagerinnenring und Lageraußenring.

Gleichzeitig ist der Transport eines Kühlmediums in der elektrischen Maschine durch die baulich bedingte räumliche Begrenzung erschwert, wodurch die anfallenden Temperaturen insbesondere bei hoch ausgenutzten Maschinen nur schwer aus der Maschine abgeführt werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine aufzuzeigen, die einen verbesserten Transport des Kühlmediums ermöglicht und die Lagerung der Maschine vor Beschädigungen schützt.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Erfindung mit den Merkmalen von Anspruch 1. Ausgestaltungen des erfinderischen Gedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die von elektrischen Maschinen erzeugte Wärme muß zur Kühlung der Maschine an ein Kühlmedium abgegeben werden, daß mit der Maschine in Verbindung bringbar ist. Ein vorteilhaftes Kühlmedium stellt die Luft dar, die ihrerseits mit geeigneten Mitteln wieder rückgekühlt wird oder sich gegen andere Luft austauscht. Luft ist ein hervorragender Isolator, so daß in der elektrischen Maschine keine besonderen elektrischen Isolationen durchgeführt werden müssen, um die verschiedenen Bauteile der Maschine gegen Kurzschlußprobleme zu schützen, die im Zusammenhang mit dem Kühlmedium auftreten könnten. Um das Kühlmedium in der Maschine sicher zu führen, müssen mögliche Strömungshindernisse weitestgehend vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird in einer elektrischen Maschine, die einen außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor, ein Rotorblechpaket und eine mit dem Rotorblechpaket drehfest verbundene Rotorwelle aufweist, der Rotor hohl ausgebildet und in dem Bereich zwischen Rotorblechpaket und Rotorwelle ein Kühlmedium hindurch geführt. Dazu kann die Rotorwelle unmittelbar im Rotorblechpaket drehfest angeordnet sein oder es kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung zwischen dem Rotorblechpaket und der Rotorwelle eine hohle Zwischenwelle vorgesehen sein, auf der das Rotorblechpaket angeordnet ist. Eine

andere Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle als eine Stegwelle, die an ihrem Umfang eine Anzahl von Stegen aufweist. In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind Mittel zwischen der Rotorwelle und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket vorgesehen zur Förderung des Kühlmediums. Dazu weist in einer Ausgestaltung die Rotorwelle Stege auf, die in Form von Leitadschaufeln ausgebildet sind.

Eine Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle in Form eines Schneckenförderers ausgebildet. Eine weitere Ausgestaltung weist zwischen der Rotorwelle und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket wenigstens eine Lüftereinrichtung auf.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle mit Lüftereinrichtungen an wenigstens einem ihrer axialen Enden zur Vergrößerung des Fördervolumens oder des Förderdruckes des Kühlmediums. Bei einer Ausgestaltung stellen die Lüftereinrichtungen am Ende der Rotorwelle ein Lüfterrad dar.

In einer Ausgestaltung ist die Rotorwelle als separates Gesenkenschmiedeteil oder Feingußteil gefertigt und in die hohle Zwischenwelle bzw. das Rotorblechpaket zur Erreichung eines Preßsitzes eingepreßt. Dabei ist die Rotorwelle in einer vorteilhaften Ausgestaltung aus einem schlecht wärmeleitenden Material hergestellt, vorzugsweise aus einem hochlegierten Stahl oder aus Titan.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung stoßen die Rotorwelle und die hohle Zwischenwelle bzw. das Rotorblechpaket zur Bildung kleiner Wärmeübergangsflächen nur an nahezu linienförmigen Berührungsflächen aneinander an. Dabei ist in einer Ausgestaltung zur Bildung einer Rotorwelle, die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket vorbeiführen läßt bei gleichzeitiger ausreichender Stabilität, der Querschnitt der Rotorwelle in der Form eines Sterns mit vier Zacken ausgebildet. In einer weiteren Ausgestaltung ist zur Bildung einer Rotorwelle, die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket vorbeiführen läßt und zur Bildung einer großen Wärmeübergangsfläche bei gleichzeitiger hoher Aufnahme von Spannungsenergie, die Rotorwelle in der Form von drei sichelförmigen Stegen ausgebildet.

Eine weitere Ausgestaltung weist Elemente auf zur Unterstützung einer drallfreien Zuführung des Kühlmediums zum Rotor. In einer Ausgestaltung sind die Stege unterbrochen und liegen nicht auf ihrer gesamten Länge an der Hohlwelle an.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Wärmetauscher in die elektrische Maschine integriert. Der Wärmetauscher kann Kühlrohre aufweisen, die den Stator umgeben und die Kühlrohre können zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen in Verbindung stehen. In den Kühlrippen können Kühlrohre vorgesehen sein, die mit den Kühlrohren, die den Stator umgeben, verbindbar sind und diese Kühlrohre in den Kühlrippen können in einer Ausgestaltung unter einem Winkel zu den Kühlrohren montiert sein, die den Stator umgeben. Eine Ausgestaltung zeigt die Kühlrippen in einem separaten Bauteil angeordnet, das in Form einer Kühlwanne an die elektrische Maschine montierbar ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung verwendet Luft als Kühlmedium.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine elektrische Maschine mit sternförmiger Stegwelle;

Fig. 2 einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt durch den Wärmetauscher nach Fig.

1;

**Fig. 4** eine elektrische Maschine mit sichelförmiger Stegwelle;

**Fig. 5** einen Schnitt durch Stegwelle und Blechpaket nach **Fig. 4**;

**Fig. 6** eine elektrische Maschine mit Lüftereinrichtung in der Rotorwelle;

**Fig. 7** einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach **Fig. 6**;

**Fig. 8** eine elektrische Maschine mit schneckenförmiger Stegwelle;

**Fig. 9** einen Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;

**Fig. 10** einen weiteren Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;

**Fig. 11** einen Schnitt durch die Kühlwanne nach **Fig. 9** und

**Fig. 12** einen Schnitt durch die Kühlwanne nach **Fig. 10**.

Die **Fig. 1** zeigt eine elektrische Maschine **2** mit einer Rotorwelle **4**, die in einer ersten Lagerung **6** und in einer zweiten Lagerung **8** drehbar in einem Gehäuse **10** gelagert ist. Die Rotorwelle **4** weist eine Verzahnung **11** auf, über die die elektrische Maschine **2** mit weiteren und hier nicht gezeigten Elementen des Antriebsstranges zusammenwirkt. In dem Gehäuse **10** ist ein Statorblechpaket **12** angeordnet, durch das die Statorwicklung **14** hindurchragt. Mit einem geringen Luftspalt **16** beabstandet liegt radial innerhalb des Statorblechpaket **12** ein Rotorblechpaket **18**, das von Metallstäben **20**, vorzugsweise aus Aluminium durchdrungen wird. Eine Kappe **24** ist an dem Rotorblechpaket **18** mit Verschraubungen **22** befestigt. Alternativ können die Metallstäbe **20** auch in das Rotorblechpaket **18** in einem Druckgußverfahren eingepreßt werden. Das Rotorblechpaket **18** sitzt auf einer runden, hohlen Zwischenwelle **26** auf. Innerhalb der Zwischenwelle **26** ist die Rotorwelle **4** drehfest angeordnet, beispielsweise mit Preßsitz eingepreßt. Die Rotorwelle **4** kann jedoch unmittelbar in das Rotorblechpaket **18** eingepreßt sein. Die Rotorwelle **4** weist vier Stege **28** auf, die in der Form eines Sternes angeordnet sind (siehe **Fig. 2**). Die Stege **28** weisen in der hier gezeigten Anordnung Ausparungen **29** auf, so daß die Stege **28** nicht auf ihrer vollen Länge an der Innenwand der hohlen Zwischenwelle **26** anliegen. In den Zwischenräumen **30** zwischen den Stegen **28** kann ein erstes Kühlmedium, vorzugsweise Luft, durch die Zwischenwelle **26** bzw. das Rotorblechpaket **18** gefördert werden. Dazu ist an einem axialen Ende des Rotorblechpaketes **18** ein Lüfterrad **32** angeordnet, das eine Strömung des Kühlmediums hervorruft. An dem anderen axialen Ende des Rotorblechpaketes **18** ist ein Blechring **34** vorgesehen, der das durch einen Wärmetauscher **36** strömende Kühlmedium drallfrei in Richtung auf die Rotorwelle **26** leitet. Der Wärmetauscher **36** weist Kühlrippen **38** (siehe **Fig. 3**) auf, die das Kühlmedium durchströmt und die in der hier gezeigten Ausgestaltung von dem Gehäuseteil **40** gebildet werden. Die Kühlrippen **38** sind nach außen von einem Deckel **42** begrenzt, der an das Gehäuseteil **40** angeschraubt ist.

In dem Gehäuseteil **40** sind Kühlrohre **44** vorgesehen, durch die ein zweites Kühlmedium strömt. Die vom ersten Kühlmedium im Wärmetauscher **36** über die Kühlrippen **38** auf die Kühlrohre **44** übertragene Wärme wird vom zweiten Kühlmedium von der elektrischen Maschine **2** wegtransportiert. Gleichzeitig kann vom Statorblechpaket **12** Wärme auf die Kühlrohre **44** übertragen werden, wodurch eine Kühlung des Statorblechpaketes **12** erfolgt.

In der in **Fig. 4** gezeigten Anordnung weist die elektrische Maschine **2** eine Rotorwelle **4** auf, die drei sichelförmig gebogene Stege **46** besitzt. Die sichelförmig geschwungene Form der Stege **46** erlaubt ein hohes Arbeitsvermögen be-

züglich der aufzunehmenden Spannungsenergie beim Einpreßvorgang der Stegwelle **4** in das Blechpaket **18**. Dabei können Setzungen und Fertigungstoleranzen egalisiert bzw. aufgefangen werden.

5 Die Kühlrohre **48** sind in der hier gezeigten Ausführungsform mit einem rechtwinkligen Querschnitt versehen. Die Lagerung **50**, die hier als Rollenlager ausgeführt ist, weist hinter einer Kappe **52** ein Fettdepot auf.

In der **Fig. 6** befinden sich innerhalb der Zwischenwelle **26** keine Stege, sondern Lüftereinrichtungen **54**, wobei in der hier gezeigten Anordnung an jedem axialen Ende der Zwischenwelle **26** eine Einrichtung **54** vorgesehen ist. Der Innenring **56** der Lüftereinrichtung **54** ist über eine Verzahnung **58** drehfest mit der Rotorwelle **4** verbunden (siehe **Fig. 7**). Der Außenring **60** ist über eine Verzahnung **62** drehfest mit der Zwischenwelle **26** verbunden. Die Flügel **64** der Lüftereinrichtung **54** transportieren das erste Kühlmedium, auch hier vorzugsweise Luft, durch die hohle Zwischenwelle **26** bzw. das Rotorblechpaket **18**. Die Berührungsflächen zum Wärmeübergang zwischen Zwischenwelle **26** und Rotorwelle **4** sind hier sehr begrenzt.

10 Die in der **Fig. 8** gezeigte Ausführungsform weist eine Rotorwelle **4** auf, die wie ein Schneckenförderer geformt ist. Die Stege sind schneckenförmig gewunden und können so bei Rotation das erste Kühlmedium durch die hohle Zwischenwelle **26** fördern. Auch hier beschränkt sich die Berührungsfläche zwischen der Zwischenwelle **26** und der Rotorwelle **4** auf quasi linienförmige Berührungsflächen entlang der Stege, so daß der Wärmeübergang weitgehend gering gehalten werden kann. Gleichzeitig kann wie bei allen vorher beschriebenen Ausführungsformen das Material der Rotorwelle **4** so gewählt sein, daß eine schlechte Wärmeleitung erzielt wird. Als derartige Materialien eignen sich insbesondere hochlegierte Stähle oder Titan.

15 In den **Fig. 9** bis **Fig. 12** werden unterschiedliche Ausgestaltungen des Wärmetauschers **36** beschrieben.

In der **Fig. 9** sind die Kühlrohre **44** so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfangs im Gehäuseteil **40** eingebettet sind. Der andere Teil des Umfangs strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen **38** ab, die in einer Kühlwanne **66** angeordnet sind, die wiederum von außen gekühlt wird. Die Kühlwanne **66** ist mit dem Gehäuse **10** verbunden. Die **Fig. 11** zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher **36** nach **Fig. 9**. Die Kühlrohre **44** ragen bis nahe an die Kühlrippen **38** heran, so daß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Mit Verschraubungen **68** ist die Kühlwanne **66** an das Gehäuse **10** angeschraubt.

20 In der **Fig. 10** sind die Kühlrohre **44** so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfangs im Gehäuseteil **40** eingebettet sind. Der andere Teil des Umfangs strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen **38** ab, die in einer Kühlwanne **66** angeordnet sind. Die Kühlwanne **66** ist mit dem Gehäuse **10** verbunden. Mit den Kühlrohren **44** sind hier in Strichen dargestellte Kühlrohre **70** verbunden, die sich innerhalb des Bereichs der Kühlrippen **38** befinden und diese durchdringen und die die Kühlrohre **44** unter einem Winkel von 90° kreuzen. Dabei durchziehen die Kühlrohre **70** vorzugsweise die Kühlrippen **38** in der Form eines Mäanders und sind am Anfang und Ende mit den Kühlrohren **44** verbunden. Die Kühlrohre **70** können auch von einem niedrig temperierten Kühlmedium durchflossen sein, das von außerhalb dem Motor zugeführt wird.

25 In der **Fig. 12** zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher **36** nach **Fig. 10**. Die Kühlrohre **44** ragen bis nahe an die Kühlrippen **38** heran, so daß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Die Kühlrippen **38** bilden hier einen separaten Kühler **72**, der in der Kühlwanne **66** angeordnet ist. Die Kühlrippen **38** sind von den Kühlrohren **70** durchzogen, wo-

bei die Strömung des zweiten Kühlmediums in je zwei nebeneinander liegenden Kühlrohren 70 jeweils in die entgegengesetzte Richtung erfolgt. Mit Verschraubungen 68 ist die Kühlwanne 66 an das Gehäuse 10 angeschraubt.

Rotor und Stator können in kompakter Bauweise ausgeführt werden und damit eine hohe Ausnutzung der Maschine erreicht werden. Die elektrischen Leistungsdaten des Rotors werden in der erfundungsgemäßen Maschine nicht beeinflußt. Die Luftansaugung in der Nähe der Wellenmitte ist für die Druckerzeugung der Lüftung von Vorteil.

10

## Bezugszeichen

2 elektrische Maschine	
4 Rotorwelle	15
6 Lagerung	
8 Lagerung	
10 Gehäuse	
11 Verzahnung	
12 Statorblechpaket	20
14 Statorwicklung	
16 Luftspalt	
18 Rotorblechpaket	
20 Metallstab	
22 Verschraubung	25
24 Kappe	
26 Zwischenwelle	
28 Steg	
29 Aussparung	
30 Zwischenraum	30
32 Lüfterrad	
34 Blechring	
36 Wärmetauscher	
38 Kühlrippe	
40 Gehäuseteil	35
42 Deckel	
44 Kühlrohr	
46 Steg	
48 Kühlrohr	
50 Lagerung	40
52 Kappe	
54 Lüftereinrichtung	
56 Innenring	
58 Verzahnung	
60 Außenring	45
62 Verzahnung	
64 Flügel	
66 Kühlwanne	
68 Verschraubung	
70 Kühlrohr	50
72 Kühler	

## Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (2) mit einem außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor, der ein Rotorblechpaket (18) und eine mit dem Rotorblechpaket (18) drehfest verbundene Rotorwelle (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor hohl ausgebildet ist und in dem Bereich zwischen Rotorblechpaket (18) und Rotorwelle (4) ein Kühlmedium hindurch geführt werden kann.
2. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Rotorblechpaket (18) und der Rotorwelle (4) eine hohle Zwischenwelle (26) vorgesehen ist, auf der das Rotorblechpaket (18) angeordnet ist.
3. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) als eine Stegwelle ausgebildet ist, die an ihrem Umfang eine Anzahl von Stegen (28, 46) aufweist.

4. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) an wenigstens einem ihrer axialen Enden Lüftereinrichtungen (32) aufweist zur Vergrößerung des Fördervolumens oder des Förderdruckes des Kühlmediums.

5. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lüftereinrichtungen (32) am Ende der Rotorwelle (4) als ein Lüfterrad ausgebildet ist.

6. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Rotorwelle (4) und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) wenigstens eine Lüftereinrichtung (54) vorgesehen ist zur Förderung des Kühlmediums.

7. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) Stege (28, 46) aufweist, die in Form von Leitradshaufeln ausgebildet sind.

8. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) in Form eines Schneckenförderers ausgebildet ist.

9. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (2) und die hohle Zwischenwelle (26) bzw. das Rotorblechpaket (18) zur Bildung kleiner Wärmeübergangsflächen nur an nahezu linienförmigen Berührungsflächen aneinander anstoßen.

10. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer Rotorwelle (4), die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) vorbeiführen läßt bei gleichzeitiger ausreichender Stabilität, der Querschnitt der Rotorwelle (4) in der Form eines Sterns mit vier Stegen (28) ausgebildet ist.

11. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer Rotorwelle (4), die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) vorbeiführen läßt und zur Bildung einer großen Wärmeübergangsfläche bei gleichzeitiger hoher Aufnahme von Spannungsenergie, die Rotorwelle (4) in der Form von drei sichelförmigen Stegen (46) ausgebildet ist.

12. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (28, 46) unterbrochen sind und nicht auf ihrer gesamten Länge an der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) anliegen.

13. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) als separates Gesenkschmiedeteil oder Feingussstück gefertigt ist und in die hohle Zwischenwelle (26) bzw. das Rotorblechpaket (18) zur Erreichung eines Preßsitzes eingepreßt ist.

14. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) aus einem schlecht wärmeleitenden Material hergestellt ist.

15. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das schlecht wärmeleitende Material ein hochlegierter Stahl ist.

16. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 14, da durch gekennzeichnet, daß das schlecht wärmeleitende Material Titan ist.
17. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Elemente (34) zur Unterstützung einer drallfreien Führung des Kühlmediums vorgesehen sind. 5
18. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wärmetauscher (36) in die elektrische Maschine (2) integriert 10 ist.
19. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 18, da durch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (36) Kühlrohre (44, 48) aufweist, die den Stator umgeben. 15
20. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 19, da durch gekennzeichnet, daß die Kühlrohre (44, 48) zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen (38) in Verbindung stehen. 20
21. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 20, da durch gekennzeichnet, daß die Kühlrippen (38) in einem separaten Bauteil angeordnet sind, das in Form einer Kühlwanne (66) an die elektrische Maschine (2) montierbar ist. 25
22. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß in den Kühlrippen (38) Kühlrohre (70) vorgesehen sind.
23. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 22, da durch gekennzeichnet, daß die Kühlrohre (70) in den Kühlrippen (38) unter einem Winkel zu den Kühlrohren (44, 48) montiert sind, die den Stator umgeben. 30
24. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium Luft ist.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

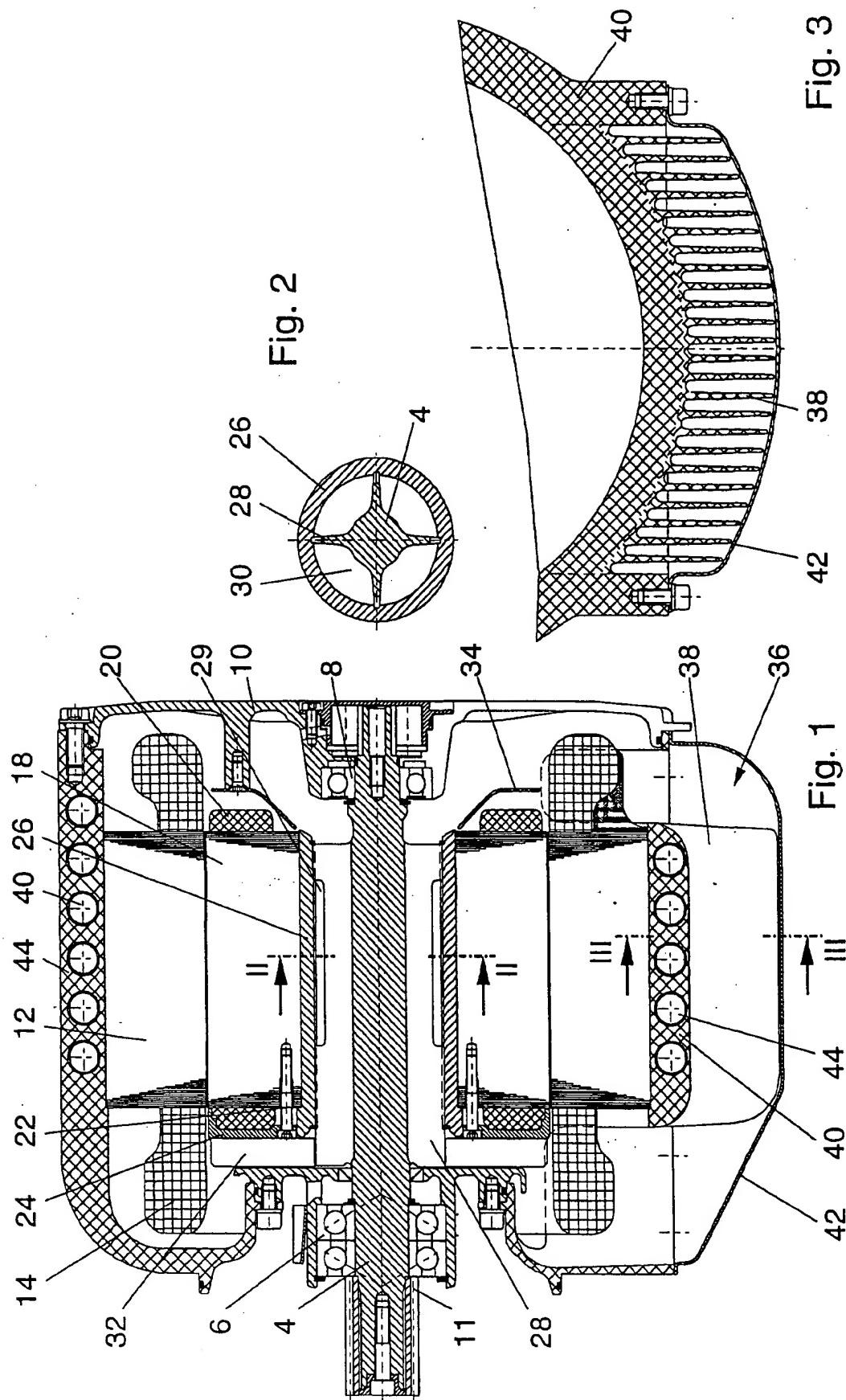


Fig. 5

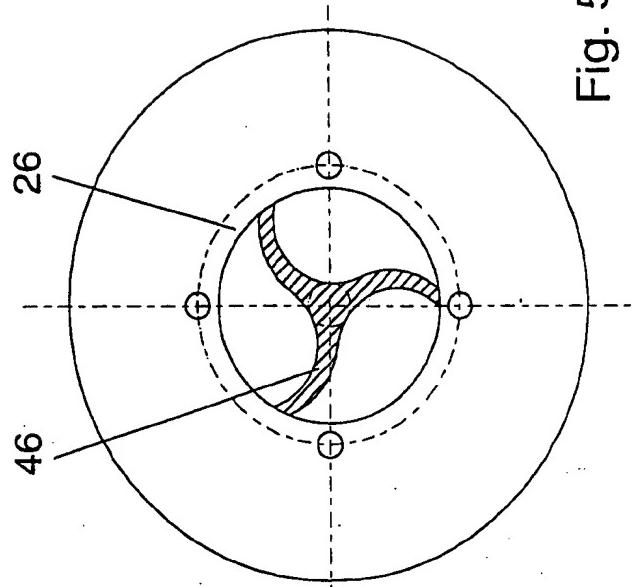
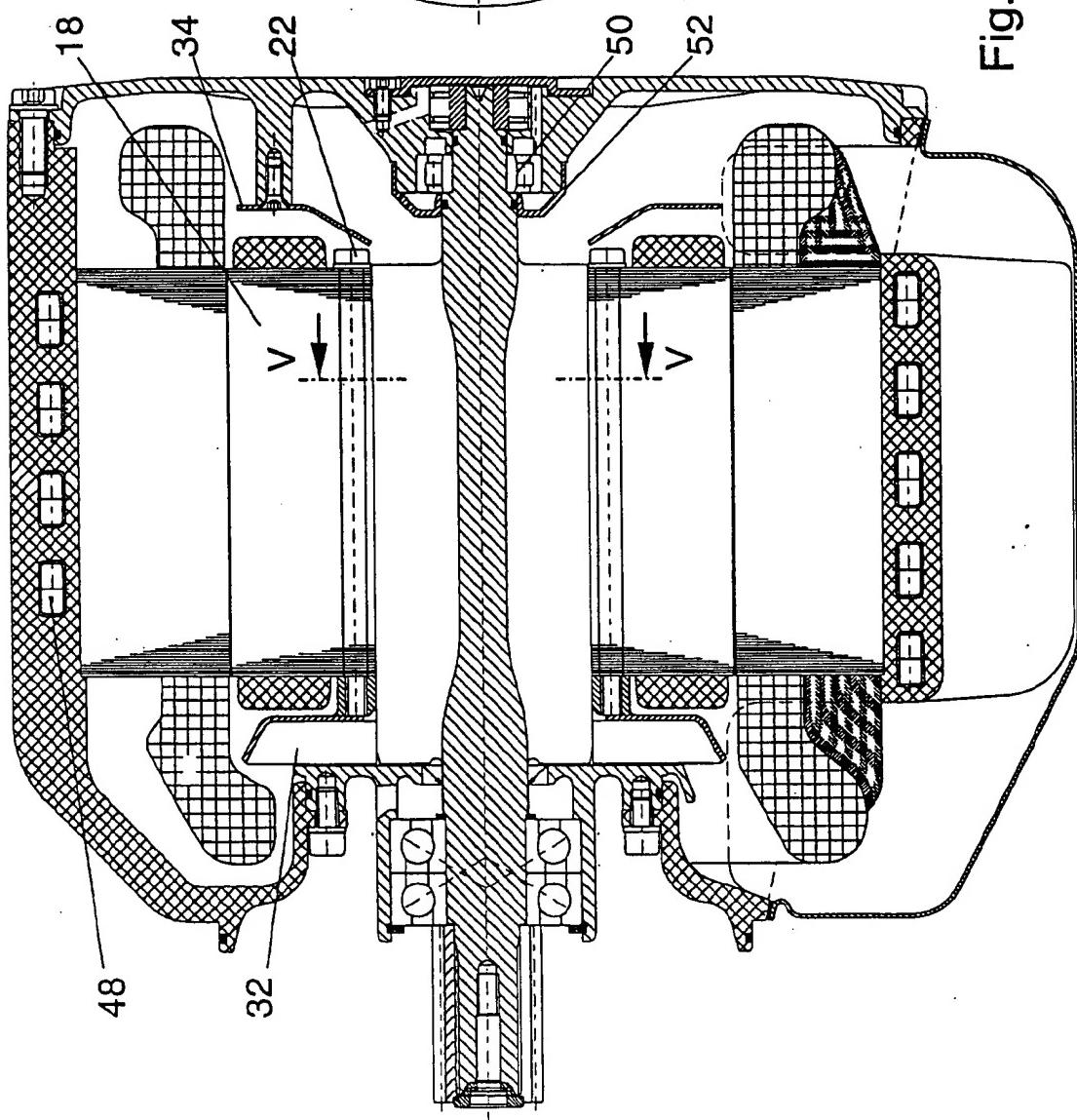


Fig. 4



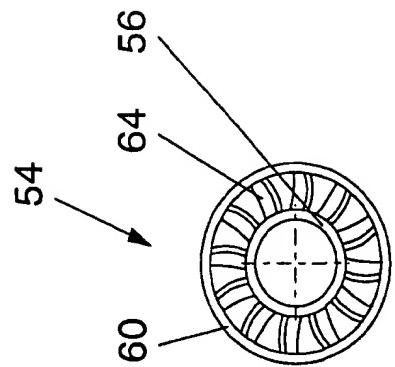
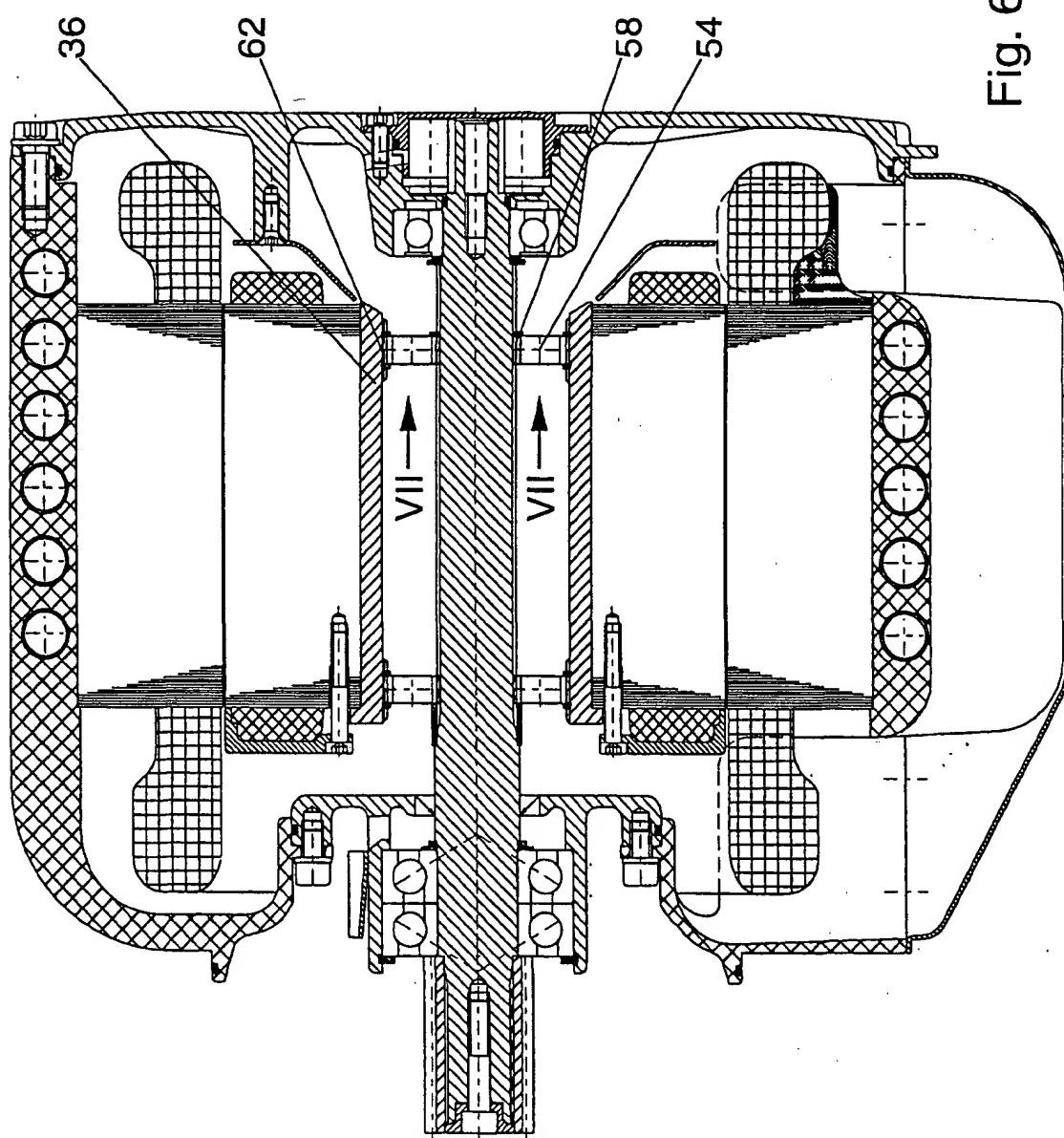
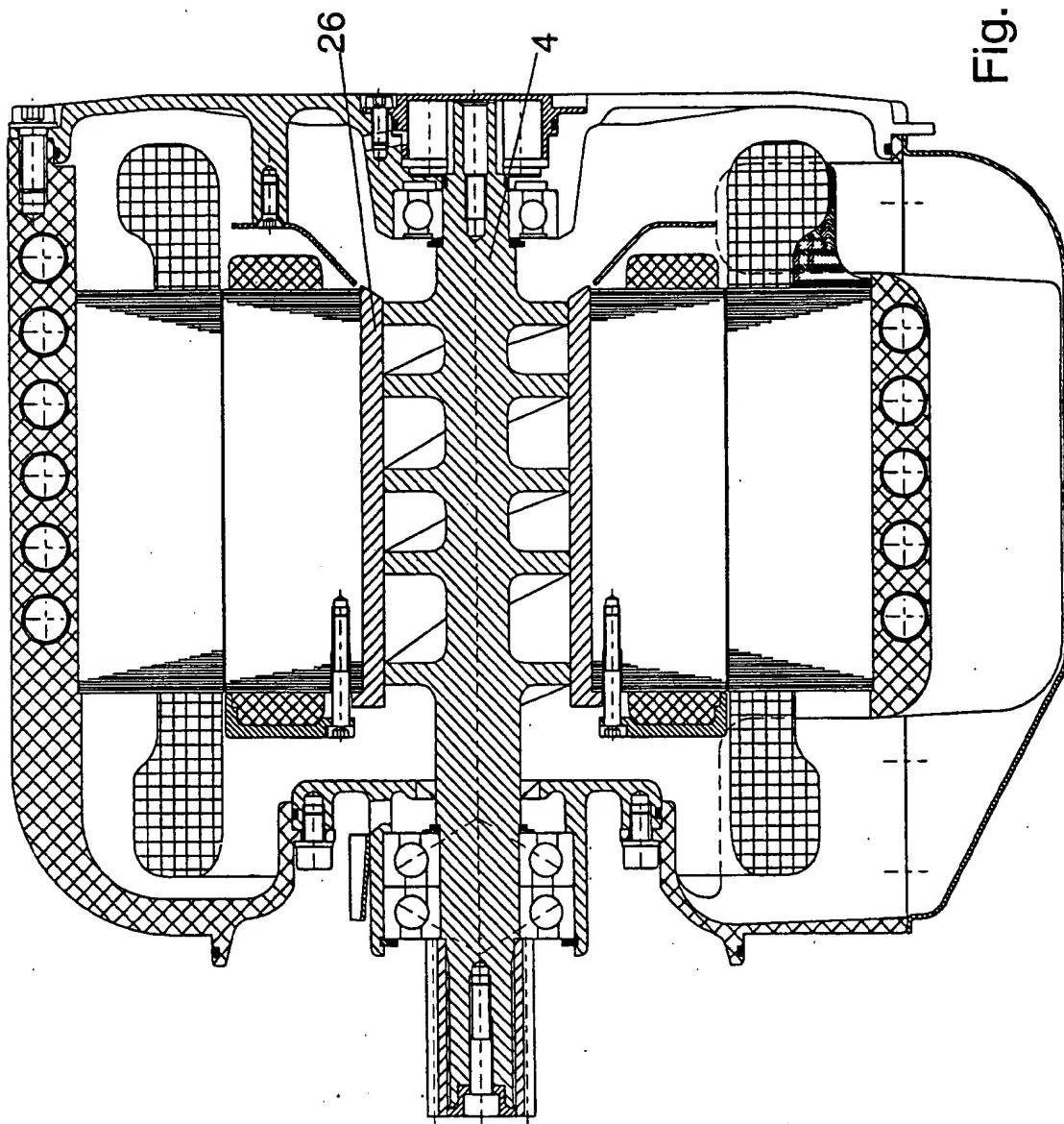


Fig. 8



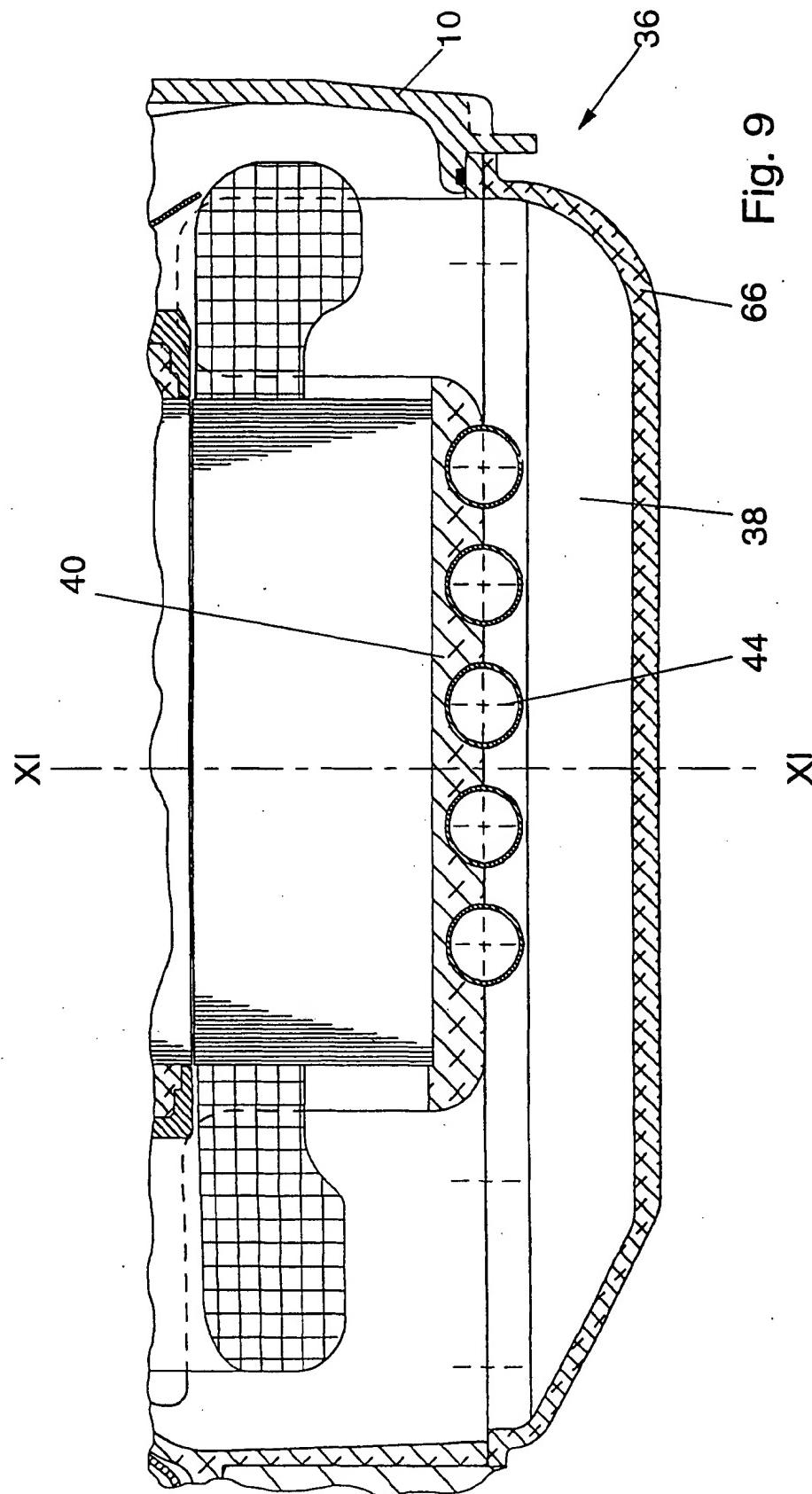
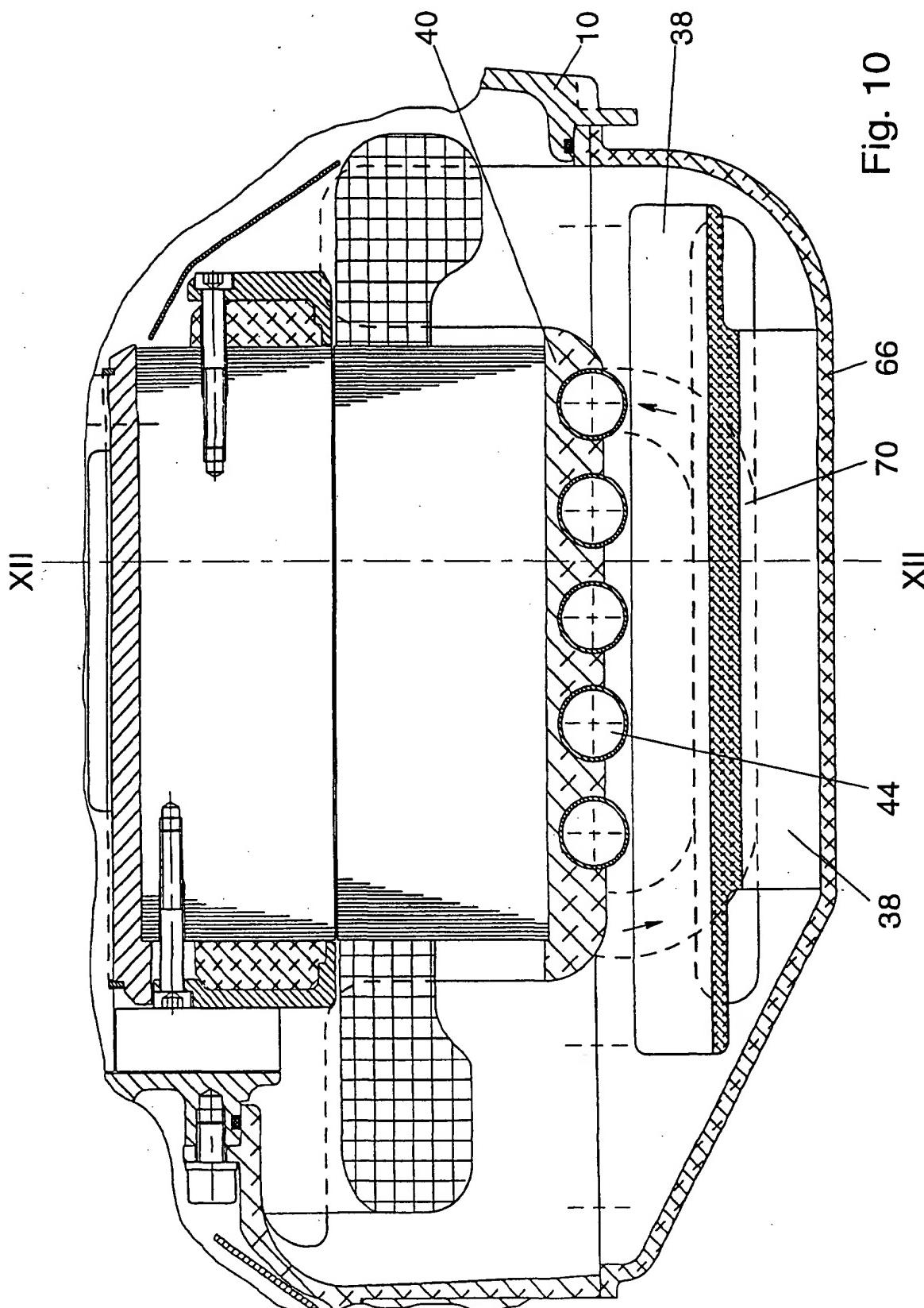
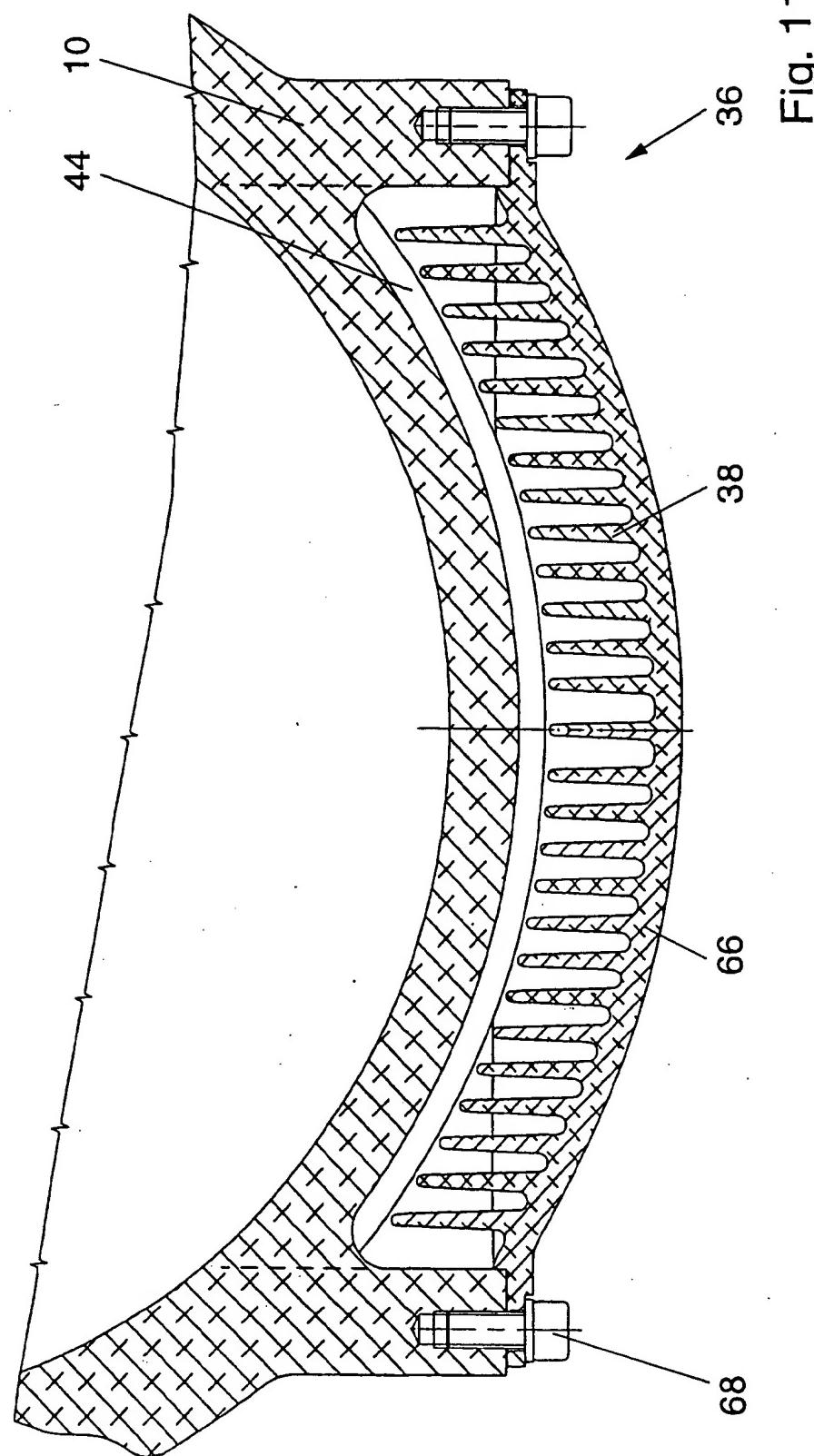


Fig. 9





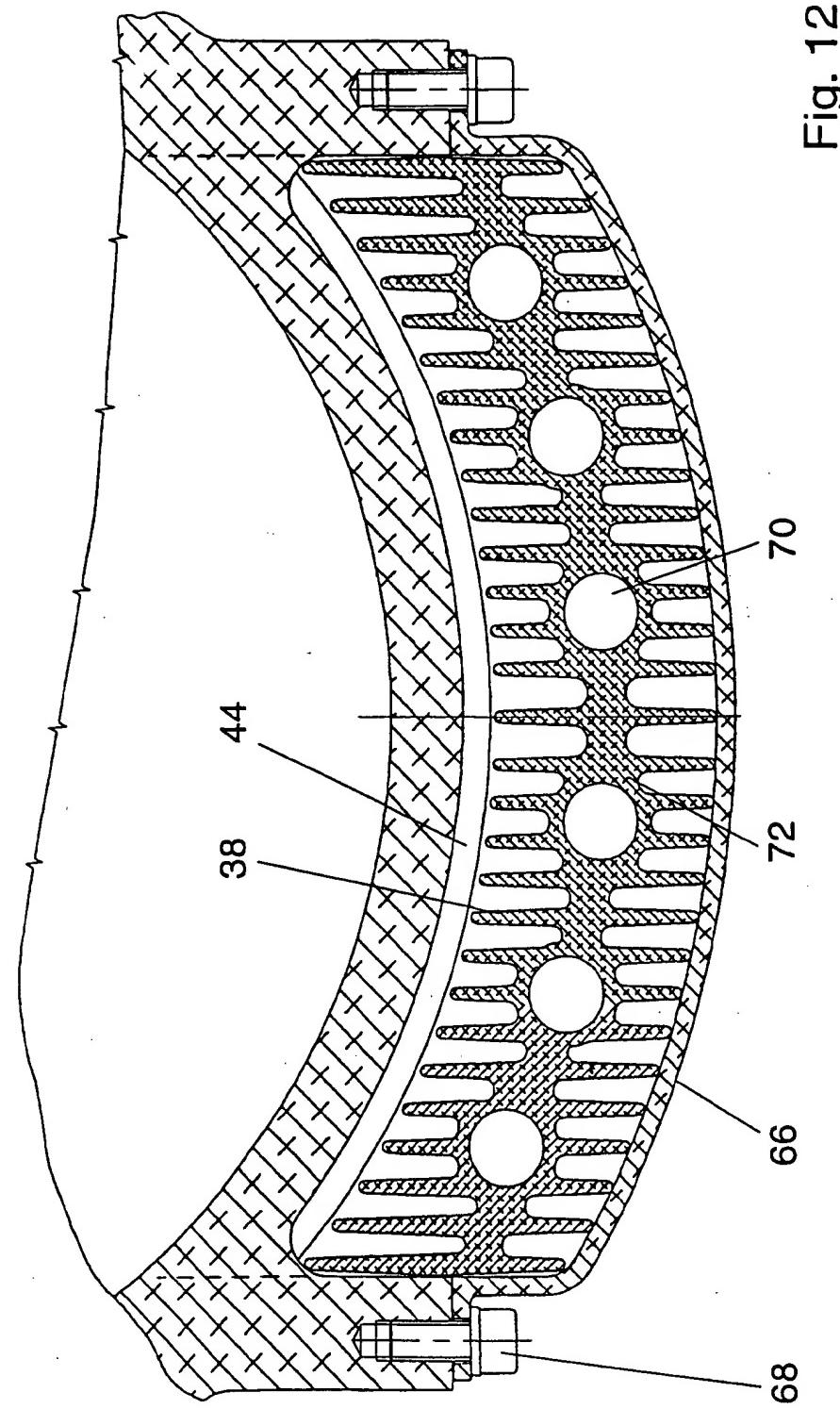


Fig. 12